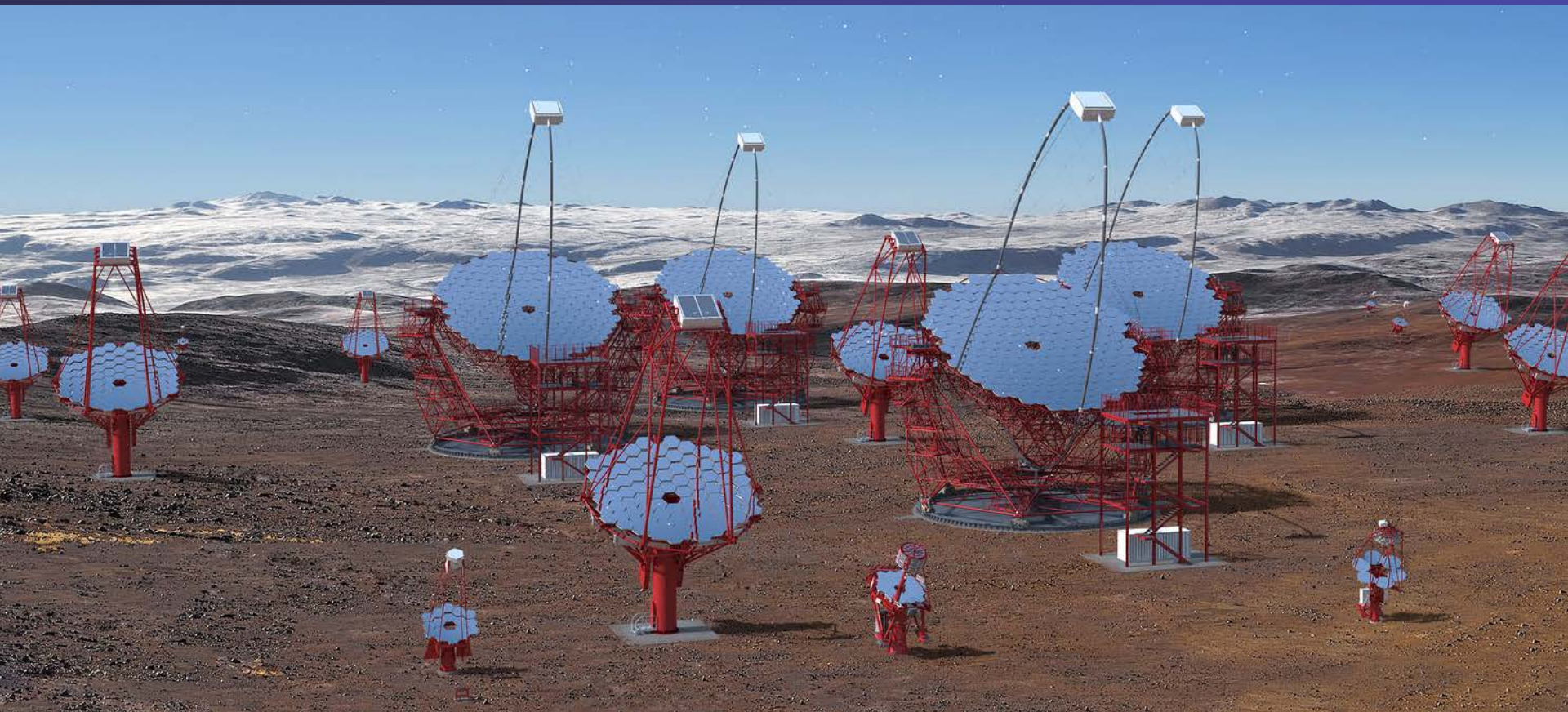


CTA報告147：全体報告

窪 秀利 (京大理) 他CTA Consortium



CTA Consortium



31か国
>1400名



 **CTA-Japan 126名**
(本講演著者)

青山大 木坂将大, 柴田徹, 田中周太, 山崎了, 吉田篤正
茨城大 片桐秀明, 鈴木萌, 三浦智佳, 柳田昭平, 吉田龍生
大阪大 藤田裕, 松本浩典
北里大 村石浩
京大基研 井岡邦仁
京大理 岡知彦, 梶原侑貴, 川中宣太, 窪秀利, 田中孝明, 鶴剛, 野崎誠也, 平子丈, 増田周, 李兆衡
近畿大 千川道幸, 藤原千賀己, 李健
熊本大 高橋慶太郎
KEK素核研 郡和範, 田中真伸, 廣島渚
甲南大 田村謙治, 町支勇貴, 林田将明, 山本常夏
埼玉大 勝倉大輔, 勝田哲, 砂田裕志, 寺田幸功, 永吉勤
東海大 緒方智之, 神本匠, 櫛田淳子, 種田裕貴, 辻本晋平, 西嶋恭司, 古田智也

東大
宇宙線研

東大理
東北大
徳島大
名大理

名大ISEE

広大理
広大宇宙科学センター 水野恒史

宮崎大
山形大

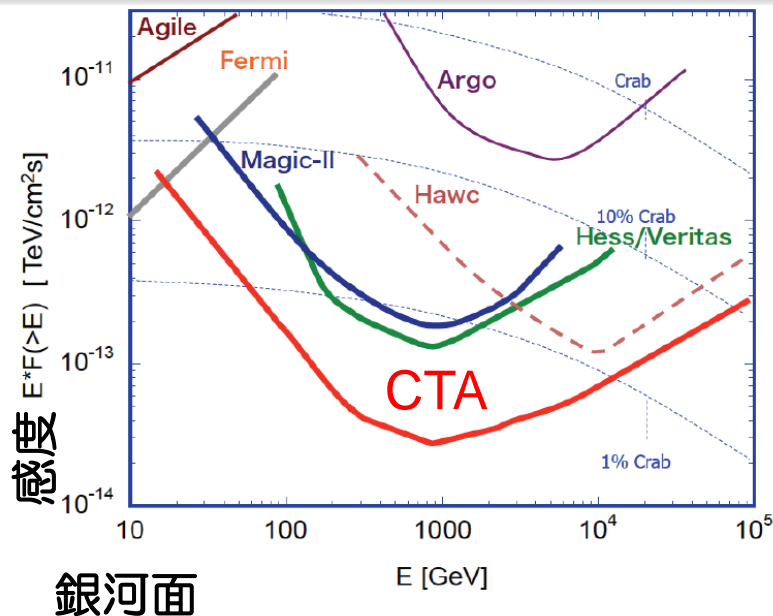
山梨学院大
理研

立教大
早稲田大

浅野勝晃, 石尾一馬, 稲田知大, 猪目祐介, 岩村由樹, 大石理子, 大岡秀行, 大谷恵生, 岡崎奈緒, 加賀谷美佳, 久門拓, 小林志鳳, 齋藤隆之, 榊直人, 櫻井駿介, 澤田真理, 須田祐介, 高田順平, 高橋光成, 田島典夫, 手嶋政廣, 野田浩司, 広谷幸一, 深見哲志, 村瀬孔大, 吉越貴紀, K.S.Cheng, Xiaohong Cui, Timur Dzhatdoev, Daniela Hadasch, David C.Y.Hui, Emil Khalikov, Albert K.H. Kong, Pratik Majumdar, Daniel Mazin, Thomas P. H. Tam, Wenwu Tian
大平豊, 戸谷友則, 中山和則, 馬場彩
當真賢二
折戸玲子
井上剛志, 佐野栄俊, 立原研悟, 早川貴敬, 林克洋
福井康雄, 山根悠望子, 山本宏昭, 吉池智史
朝野彰, 奥村曉, 佐々井義矩, 関崎晴仁, 田島宏康, 中村裕樹, 日高直哉, Anatolii Zenin
高橋弘充, 深沢泰司
森浩二
郡司修一, 高橋知也, 門叶冬樹, 中森健之
内藤統也, 原敏
井上進, 井上芳幸, 長瀧重博, Maxim Barkov, Gilles Ferrand, Haoning He, Donald Warren
内山泰伸
片岡淳

CTAの性能、狙うサイエンス

Cherenkov Telescope Array (CTA)



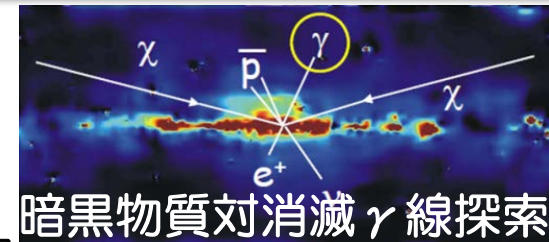
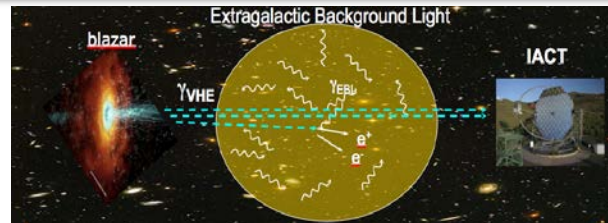
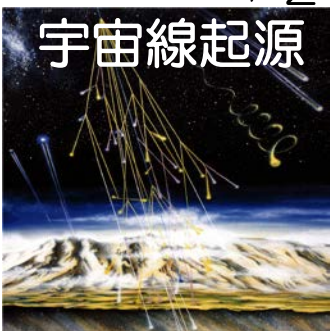
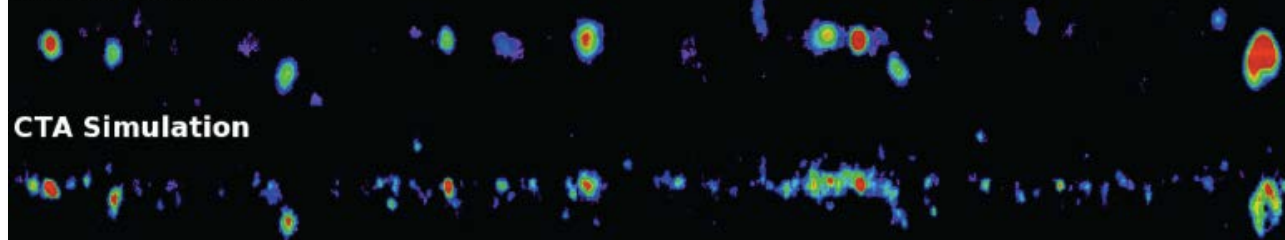
従来の望遠鏡より

- ◆ 桁高い感度
- ◆ 桁広い帯域 (20 GeV - 300 TeV)
- ◆ 角度分解能 ~ 2倍 (2分角 @ 10 TeV)



- 検出天体 223個 (現行) ⇒ 1000個以上
- 最遠方 $z \sim 1$ (現行) ⇒ $z \sim 4$ GRB等

H.E.S.S. Simulation



赤外・可視背景放射 → 宇宙の星形成史

ローレンツ不変性検証

- 特集号 Astroparticle Physics, 43 (2013) 1-356
- Key Science Project (開始10年の4割) 検討書 arXiv:1709.07997

LST × (北4+南4)
23m口径
20 GeV - 3 TeV
FOV=4.5°

MST × (北15+南25)
12m口径
80 GeV - 50 TeV
FOV~8°

2016年~北サイト建設
2020年~南サイト建設
2022年~天文台運用
2025年~フルアレイ観測
運用期間 >20年間

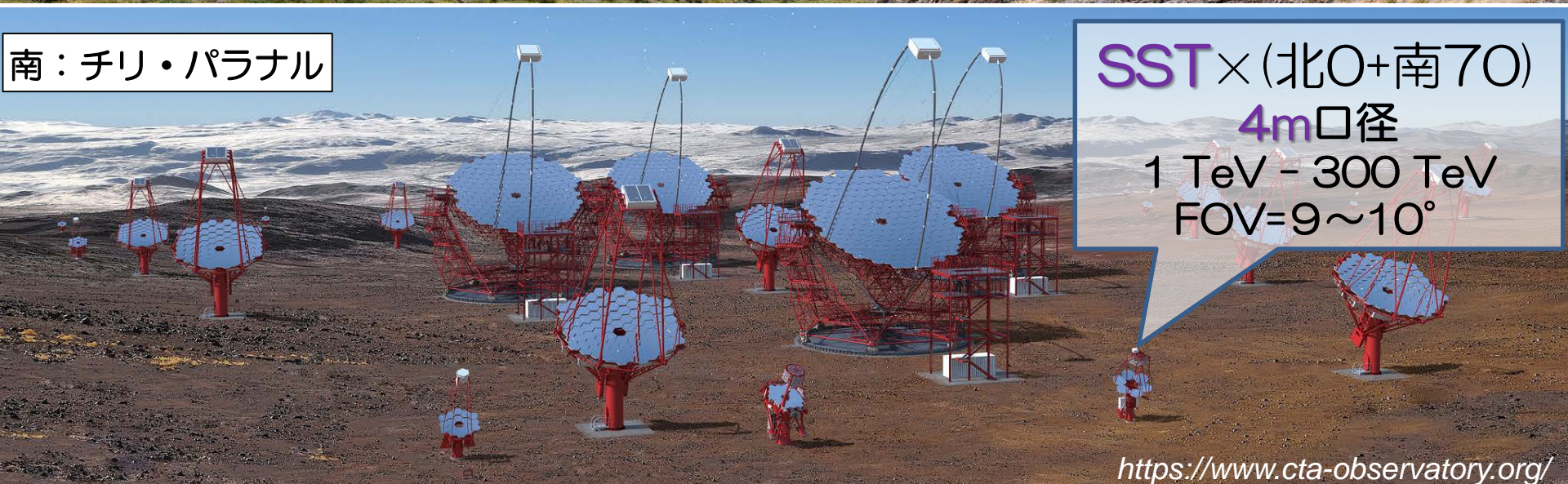
完成予想図

北：スペイン・ラパルマ島



MAGIC望遠鏡

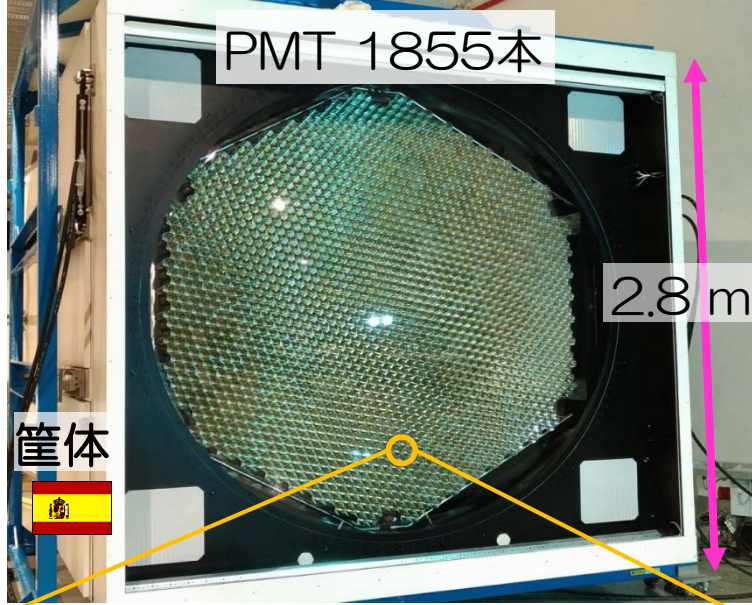
南：チリ・パラナル



SST × (北0+南70)
4m口径
1 TeV - 300 TeV
FOV=9~10°

LST初号機建設@北サイト(前回学会以降) - カメラ取付

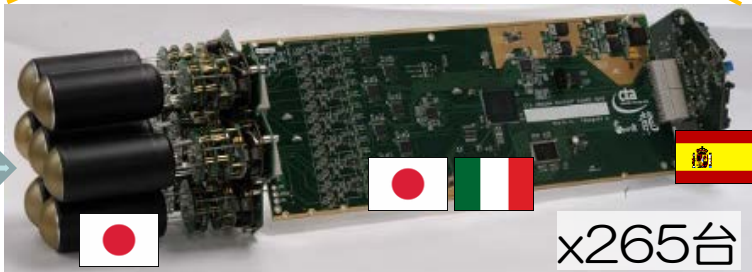
~昨年9月
ラパルマ島 組立・保管室にて試験



PMT 1855本

2.8 m

筐体



x265台

➤ PMT 7本+GHzサンプリング回路
+トリガー回路

➤ ライトガイドの量産と
性能評価 鈴木講演

➤ スローコントロール系

昨年9月下旬
望遠鏡に取付



Credit: Daniel López / IAC



Credit: Daniel López / IAC




LST初号機完成

昨年10月



- 望遠鏡高速回転 (180度/20秒)
⇒フライホイールを用いた電源システムの開発試験

久門講演

- 北サイト全体の計算機システム稼働中 (CPU 2000コア +3 PB disk) 

Credit: A. Okumura



MAGIC
(口径17m)


LST-1

Credit: Max-Planck-Institute for Physics

2016年7月



基礎工事開始

2年3か月 

(2017年1-6月
構造体
建設許可待ち)

LST初号機：完成記念式典

昨年10月10日



Credit: A. Okumura

200名以上参加

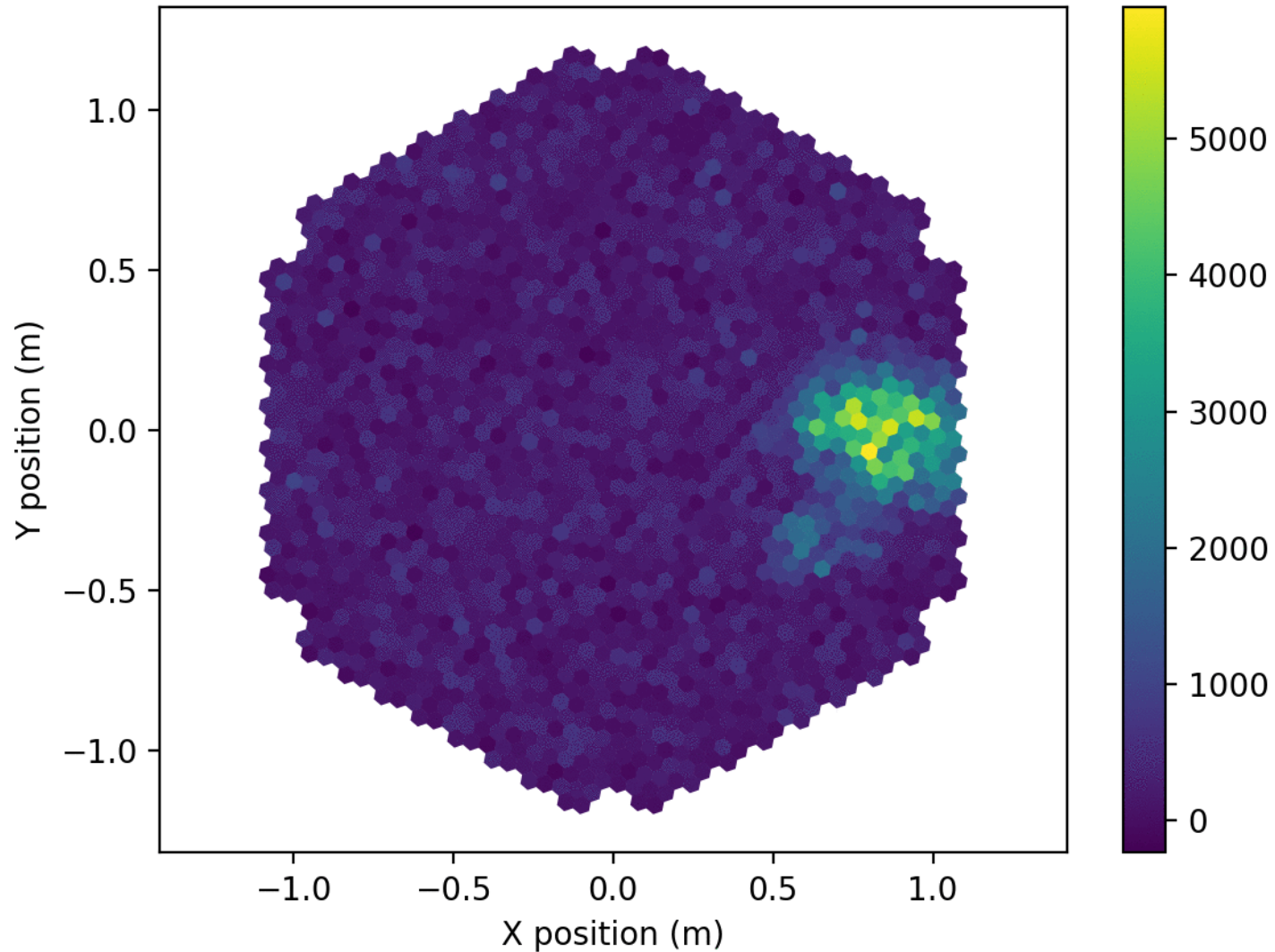
LST初号機：ファーストライト

昨年12月

<https://www.cta-observatory.org/lst-prototype-records-its-first-light/>

動画ファイルあり

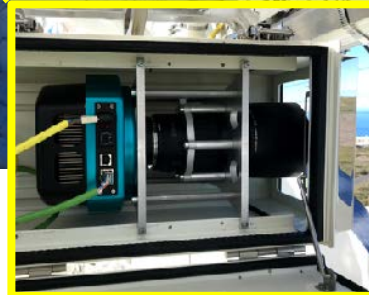
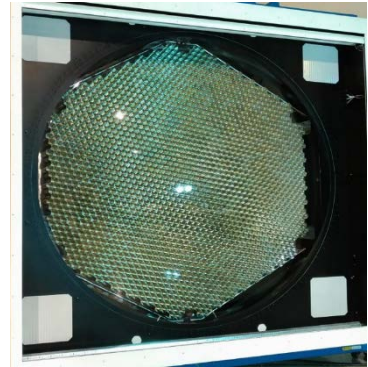
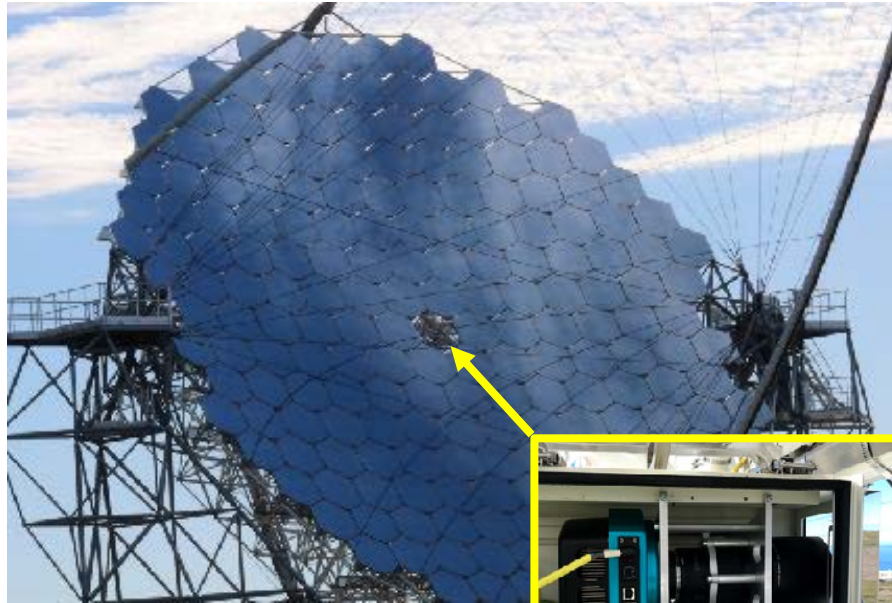
181214 Run01 Event# 1



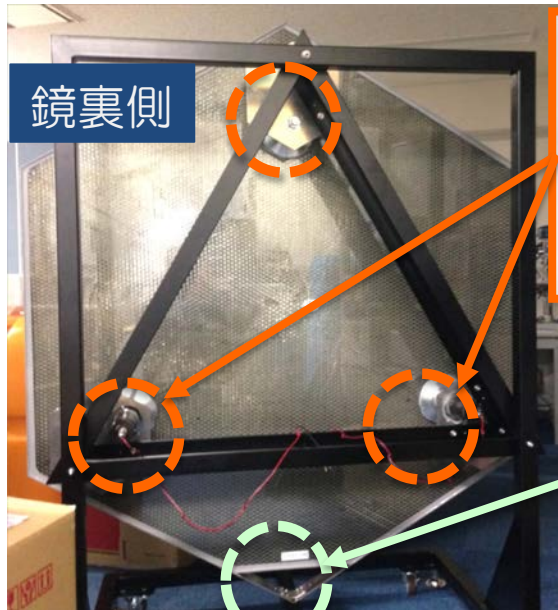
LST初号機：光学系調整

稲田講演

分割鏡 198枚



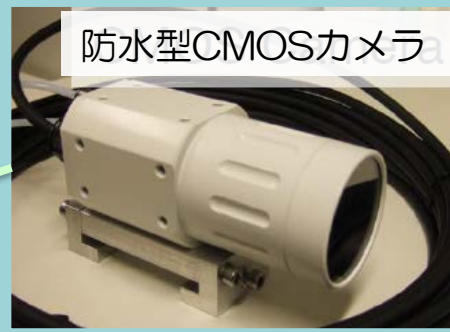
CCDカメラで
主焦点カメラ
を撮る



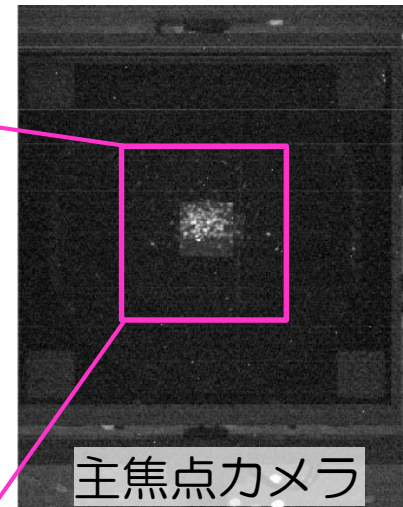
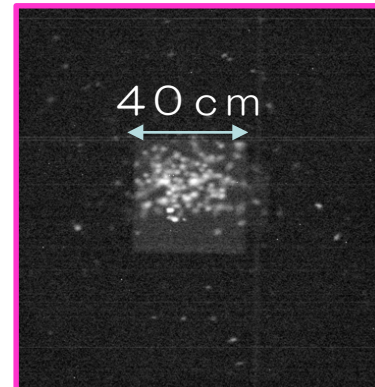
アクチュエータ



防水型CMOSカメラ

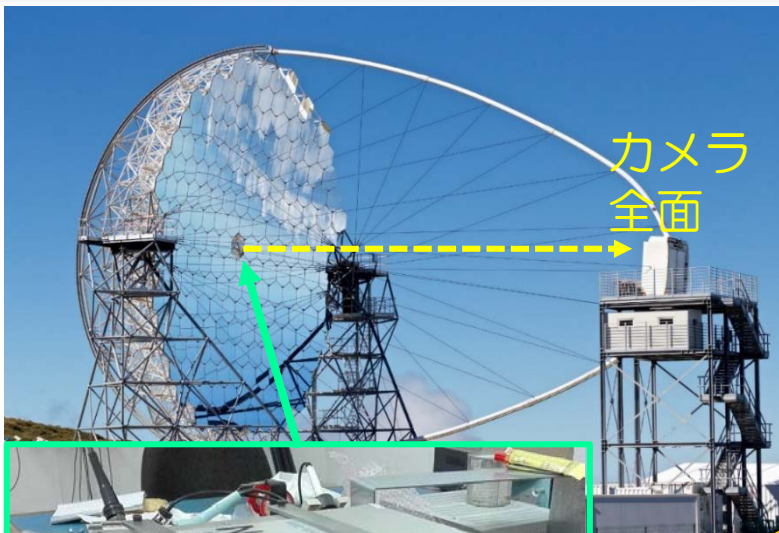


北極星像
(鏡方向調整前)

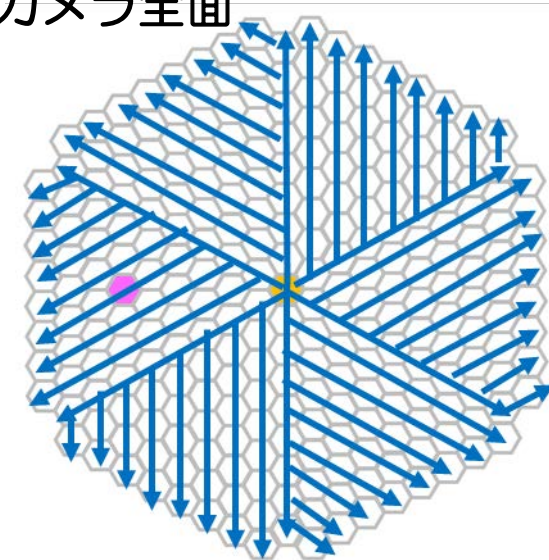
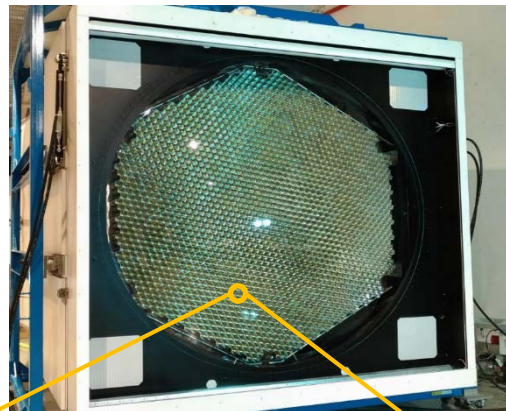


LST初号機：カメラ調整

カメラ全面



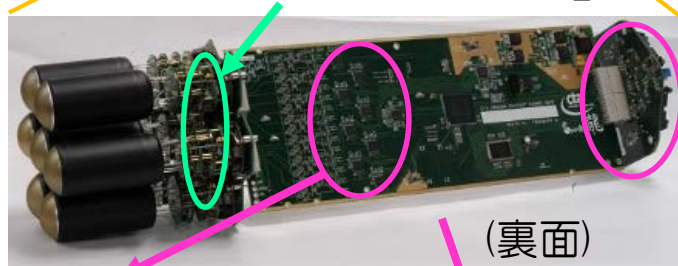
カメラ
全面



校正用レーザー
パルス光源
(355nm)

INFN

テストパルス発生回路



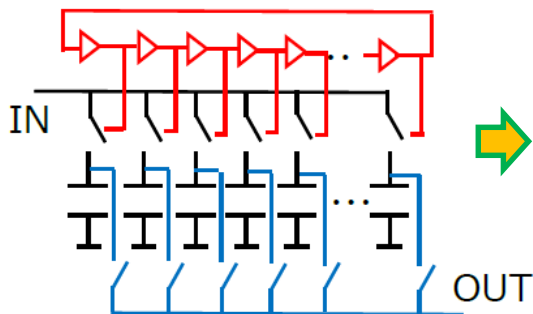
(裏面)

トリガー
分配回路

トリガー分配：
同時に到達
するように
タイミング調整



GHz波形サンプリング用ASIC (PSI開発DRS4)



- ペDESTAL補正
- キャパシタ切替
タイミング補正

トリガー生成回路

- トリガー閾値調整
- トリガー遅延調整
(PMT印加電圧の違いによる
transit timeの違いをdelay line
を使って補正)

中口径望遠鏡プロトタイプ

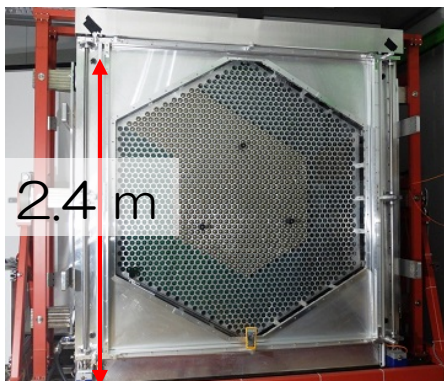
● Davies-Cotton型 MST (欧州)

口径12m

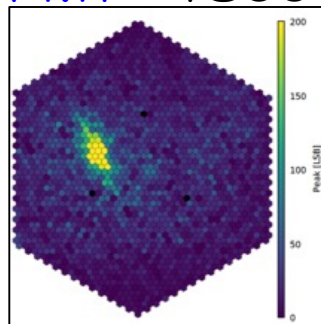


@ドイツ
(2013~)

カメラ 視野~8度 PMT~1800本



2.4 m



ファーストライト

<https://www.cta-observatory.org/project/technology/mst/>

● Schwarzschild-Couder型 SCT



主鏡 (D~9.7m)
副鏡 (D~5.4m)

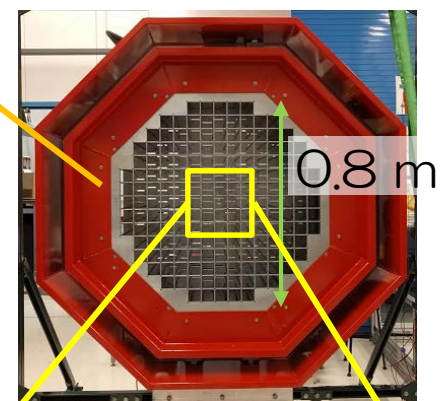
□ カメラ

● 視野8度

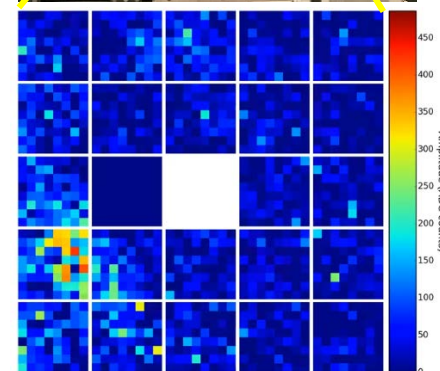
● SiPM~1.1万素子



@USA



NEWS 今年1月
ファーストライト



<https://www.cta-observatory.org/sct-first-light/>

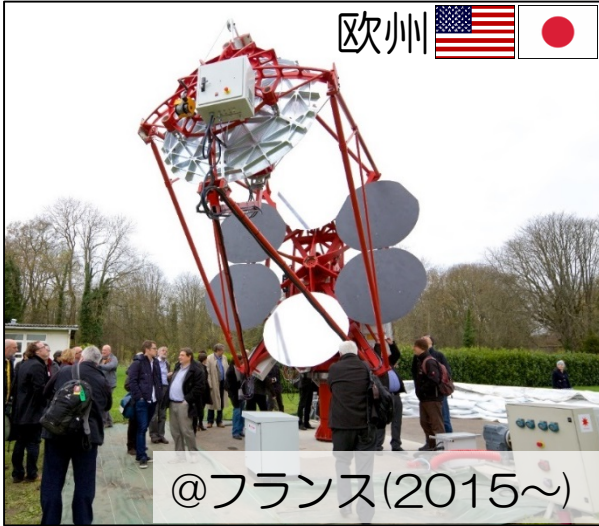
➤ PMTとSiPMの光検出効率比較 Zenin講演

小口径(SST)プロトタイプー3タイプー

● Schwarzschild-Couder型

① GCT 口径4.2+1.8m 視野 9.2度
MAPMTカメラ (2048ch)

欧州  

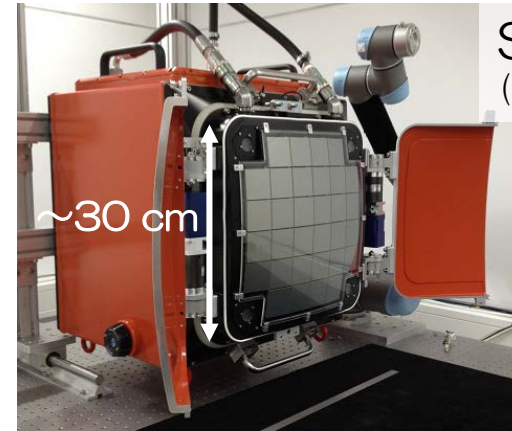


@フランス(2015~)



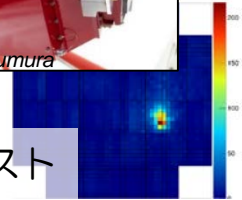
Credit: A. Okumura

ファースト
ライト



SiPMカメラ
(2048ch)

➤ SiPMの光学クロストークの保護層厚
依存性 中村講演@素実

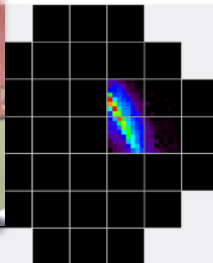


② ASTRI 口径4.3+1.8m

欧州   視野 9.6度
SiPMカメラ(2368 ch)



@イタリア
(2014~)

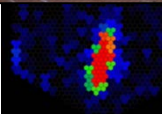
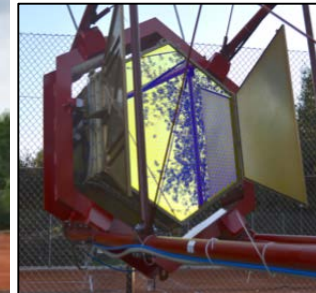


● Davies-Cotton型 (欧州) 口径4m

視野9度
SiPMカメラ
(1296 ch)





@ポーランド
(2014~)



公開版では図を削除

- Phase I
 - ▶ LST初号機
 - コミッショニング中
 - エンジニアリングラン
- 2020-2021年



- ▶ LST 2-4号機+MST 1台
 - LST 2-4号機PMTモジュール
- 
- 今月 組立完了@ラパルマ
- LST波形サンプリング回路 製作済
 - LST分割鏡 
- ラパルマに輸送済
- インフラ工事 今年～
 - LST構造体建設 来年～
 - LST 4機ステレオ
- コミッショニング 2022年

- Phase II MST建設 ~2025年

CTA南サイト@チリ・パラナル



Google

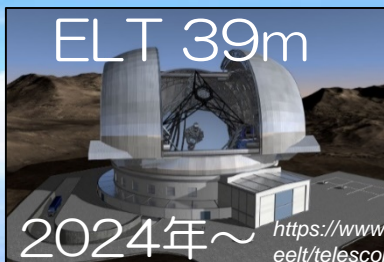
Cerro Paranal

VLT 8.2m x 4



<https://www.eso.org/public/images/esopia00079/sites/>

© Marc-André Besel



ELT 39m

2024年~
Cerro Armazones
E-ELT

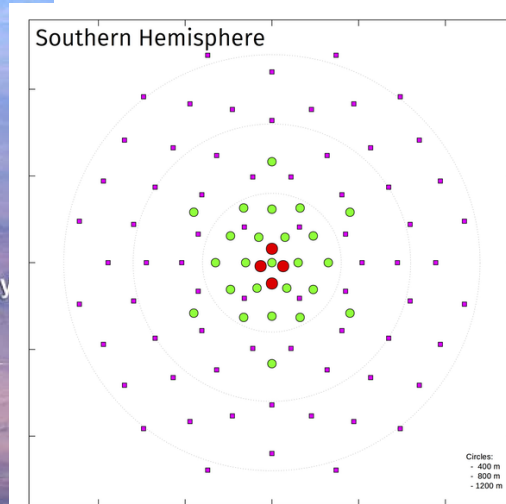
<https://www.eso.org/sci/facilities/eelt/telescope/dome/>

Vulcano Lullillaco
6739 m, 190 km east

Proposed Site for the
Cherenkov Telescope Array

CTA南サイト

計99台
LST MST SST



← 2 km →

NEWS

昨年12月

合意文書署名:

【CTA、チリ政府、ESO】

<https://www.cta-observatory.org/final-agreements-signed-for-cta-southern-hemisphere-site-in-chile/>



Credit: Credit: ESO/B. Núñez



Credit: CONICYT

サイト建設
来年~

まとめ

次世代超高エネルギーガンマ線天文台CTA

- 日本グループは、大口径望遠鏡LSTの光学系・カメラ開発で中心的役割
+ 事象シミュレーション[本講演直後の李講演]、解析ソフトウェア開発[岩村講演]
+ 中小口径Schwarzschild-Couder望遠鏡カメラ開発

- LST初号機@北サイト

昨年10月完成記念式典



⇒現在コミッショニング中

- ◆ 分割鏡 星像を用いた方向調整
- ◆ カメラ タイミング調整など

- LST 2-4号機@北サイト

分割鏡製作完了、カメラ要素組立完了
インフラ工事 今年～

- SSTカメラ-SiPMの低クロストーク化

- MSTカメラ

PMTとSiPMの
検出効率比較

